



Kontinuerlig uppföljning av felinläggning och dimensionsortering

Slutrapport

Johan Oja, Jens Flodin och Per Berg
SP Träteknik



Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Johan Oja, Jens Flodin & Per Berg	Utgåva: 2	Status: Slutlig
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn:	Datum 2010-05-21	Sida: 1 (19)

Inledning/Bakgrund

Detta projekt är utfört av SP Träteknik på uppdrag av TräCentrum Norr (TCN) och har syftat till att vidareutveckla ett diagnosverktyg för att mäta stockars inläggningsfel genom kantsåg. Eftersom moderna sågverk har stora flöden genom sina såglinjer visar simuleringar att en relativt sett liten systematisk felpositionering av stocken kan orsaka stora förluster sett över tiden. Den traditionella beräkningen av stockens felinläggning bygger på ett antagande om cirkulära tvärsnitt. Eftersom detta väldigt sällan är fallet har det här projektet undersökt möjligheterna med att sammankoppla stockens 3D form med uppmätta blekesdata för samma stock efter kantsågen. Genom att beräkna simulerade blekesytor på 3D datat och jämföra dessa med de uppmätta blekesytorna var förhoppningarna att kunna ge ett mer renodlat maskinellt positioneringsfel och bättre kunna bestämma rundvridningsfel samt kunna hantera asymmetriska postningar.

Material och metod

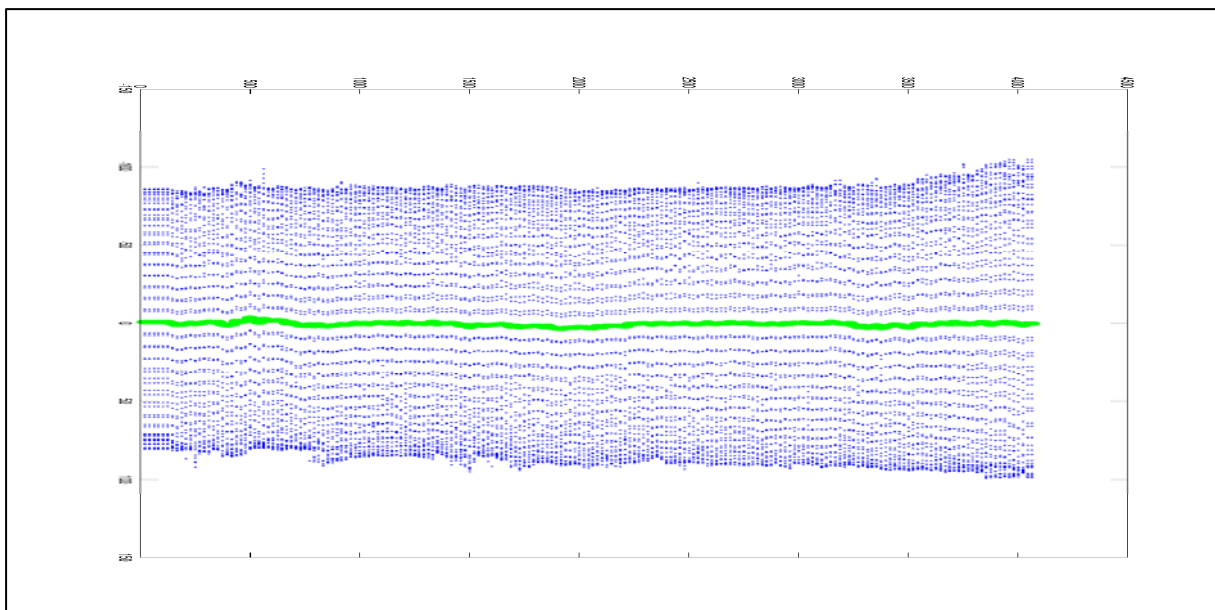
Allt data till detta projekt är hämtat vid Norra Skogsägarnas sågverk i Kåge. Såglinjen är utrustad med en 3D mätram och optimeringsprogrammet ProOpt från Sawco och blekesmätaren Bleke On-Line från SP Träteck efter stocktagande reducerbandsåg. Projektet har varit uppdelat i tre delmål.

Delmål 1:

Utveckla en programvara för att kunna kommunicera data och para ihop individuella stockar mellan Sawcos system och Bleke On-Line. De data som skickades från Sawcos system var stockens 3D form, stockens postningsmönster och stockens rundvridningsvinkel. För att para ihop rätt stockar mellan systemen användes stockarnas längd. Det befintliga Bleke On-Line har kompletterats med kod baserad på winsock TCP/IP kommunikation som möjliggjort inhämtande av data från Sawco 3D ram och postningsdator (ProOpt). Bleke On-Line kopplar upp sig som klient mot både 3D datorn och postningsdatorn. Varken 3D datorn eller postningsdatorns funktionalitet påverkas utöver själva kommunikationen av uppkopplingen.

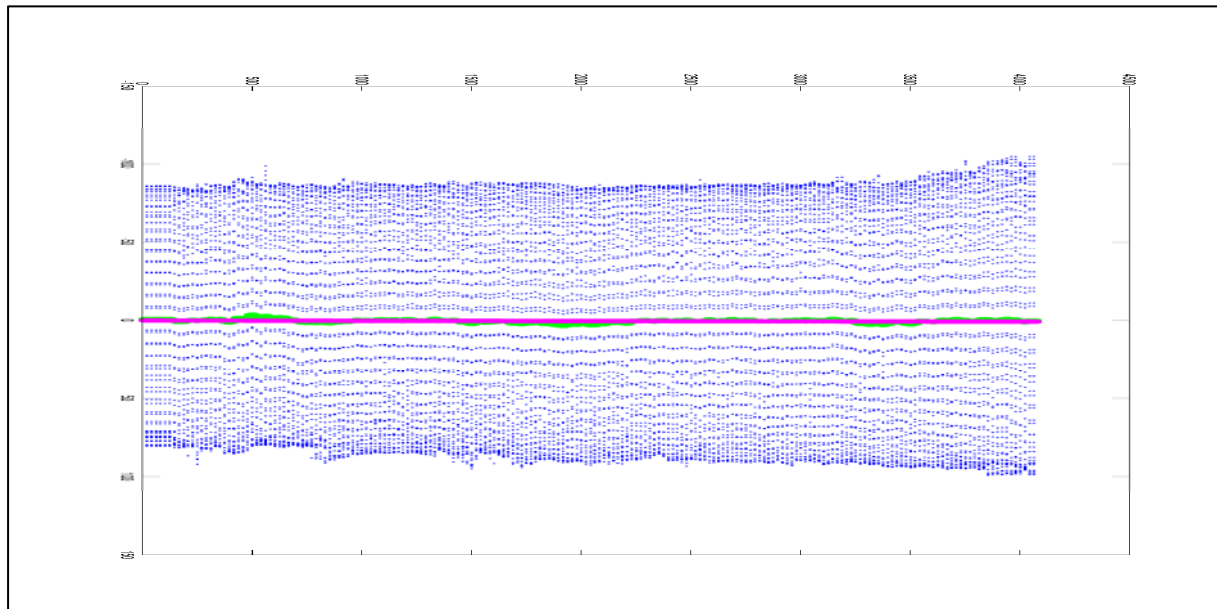
Delmål 2:

Utveckla en algoritm för att iterativt simuleringssåga 3D stocken med olika felinläggningar och på så sätt hitta den felinläggning som bäst korrelerar mot det uppmätta resultatet. Blockbredden och rundvridningsvinkeln som användes i simuleringarna var de som angavs av optimeringsresultatet från ProOpt. För att lägga in sågsnittet för blekesytorna var första steget vid utformningen av algoritmen att hitta en centrumlinje genom stocken. Detta gjordes genom att anpassa en regressionslinje genom mittpunkterna på alla tvärsnitt i stocken. Mittpunkten i varje tvärsnitt sattes till medianvärdet av alla x-koordinater i snittet. Figur ett visar en stock (blå punkter) i x, z planet, med andra ord stocken sett rakt uppifrån med toppändan till vänster. De gröna punkterna genom stocken visar mittpunkten i varje tvärsnitt.

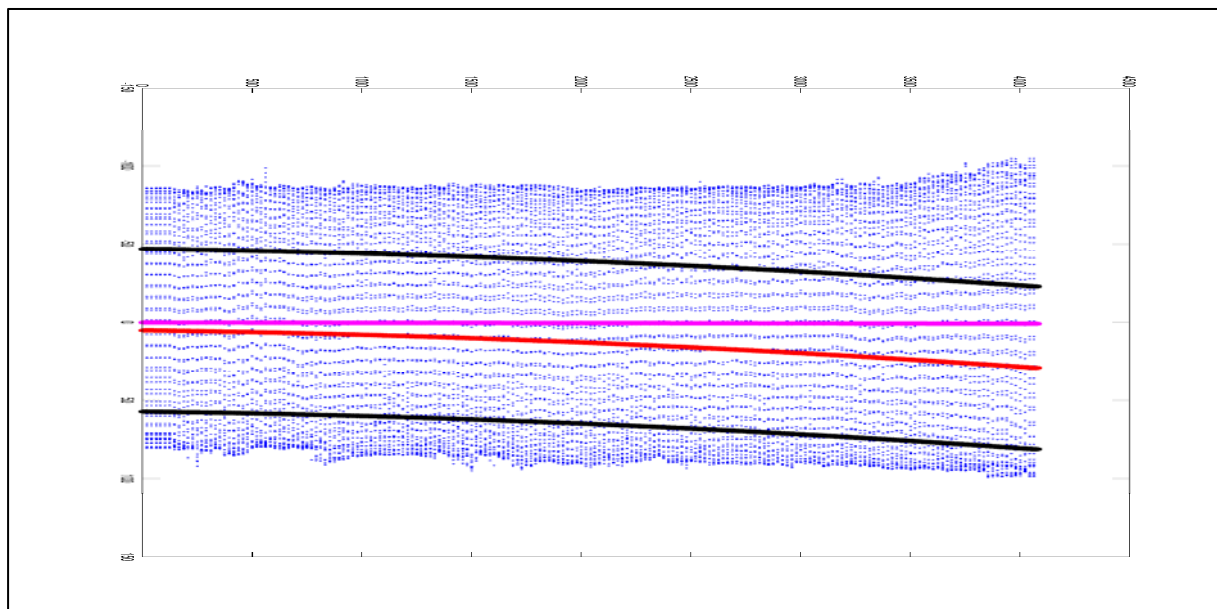


Figur 1

Figur två visar stocken med den anpassade regressionslinjen (rosa punkter). Den rosa linjen representerar alltså centrumlinjen varifrån blockbredden skulle läggas in vid en perfekt centrerad stock.



Figur 2



Figur 3

Figur tre visar en "förstörd" centrumlinje vid ett inläggningsfel (röda punkter). Stocken gavs frihetsgraderna att kunna gå parallellt, skevt och även krökt genom maskinen och därför stördes centrumlinjen med ett andragradspolynom enligt formel nedan.

$$\text{Inläggningsfel i tvärsnitt} = \text{Parallellfel} + (\text{Skevningsfel} * z - \text{koord.}) + (\text{Krökningsfel}^2 * z - \text{koord.})$$

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Johan Oja, Jens Flodin & Per Berg	Utgåva: 2	Status: Slutlig
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn:	Datum 2010-05-21	Sida: 4 (19)

De röda prickarna i figur tre visar ett inläggningsfel med inslag av alla tre komponenterna. De svarta punkterna visar blockbredden utifrån den störda centrumlinjen, alltså vart sågsnittet hamnar i stocken vid simuleringssågningen. Vid den iterativa sökningen av simulerade blekesytor med högst korrelation mot uppmätta blekesytor ändrades för varje iteration de tre koefficienterna för parallellfel, skevningsfel och krökningsfel. Vid tillräckligt krokiga stockar verkställdas även en överliggande fjärde loop som itererade fel i invridningen av stocken för att hitta rotationsfel vid sågningen. Den slutliga algoritmen jobbade enligt schemat nedan.

- Loop mellan +/- rotationsfel (vid nog krokiga stockar, annars direkt till nästa loop)
 - Loop mellan +/- krökningsfel
 - Loop mellan +/- skevningsfel
 - Loop mellan +/- parallellfel
 - Simuleringssåga stock med aktuellt inläggningsfel
 - Räkna ut korrelering mellan simulerig och mätning
 - Jämför om ny maxkorrelation är hittad

Delmål 3:

Utveckla en programvara för att analysera skillnaderna mellan de simulerade och uppmätta blekesytorna samt programvara för att presentera resultatet på ett användarvänligt sätt. Resultatet från simuleringarna presenteras genom att plotta ut en felinläggningskurva för den simulering som gett högst korrelation med de uppmätta blekesytorna. Tillsammans med den simulerade kurvan presenterades även den traditionellt framtagna felinläggningskurvan.

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Johan Oja, Jens Flodin & Per Berg	Utgåva: 2	Status: Slutlig
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn:	Datum 2010-05-21	Sida: 5 (19)

Resultat

Delmål 1:

Bleke On-Line kan ställas in så att man antingen väljer att använda data från 3D-/postningsdator eller arbeta fristående på det sätt den traditionellt gör. Detta för att möjliggöra att samma applikation används med eller utan externa data. I det fall man väljer att kommunicera med 3D- och postningsdator kommer för var stock som passerar 3D ramen att översända information om stockens yttre form och ett unikt ID nummer. När postningsdatorn kort därefter fattat sina beslut om stocken överförs även information om postning, råmått, rundvridning och samma unika ID till Bleke On-Line. ID numren kopplar informationen mellan 3D- och postningsdatorn.

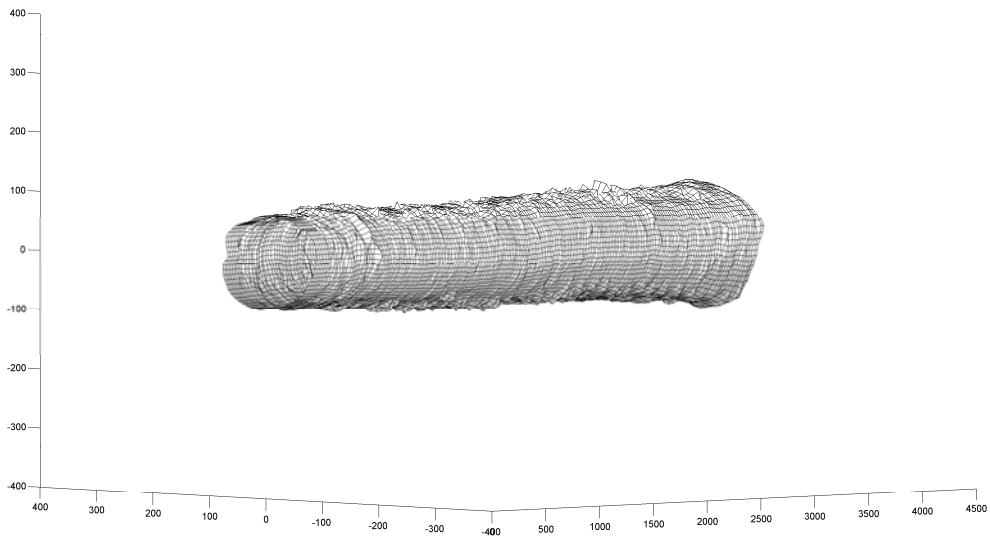
Bleke On-Line köar upp information i väntan på att stocken skall gå igenom blekesmätaren. Normalt ligger det två till tre stockar på kö i systemet från den punkt där stocken går igenom 3D ramen och den punkt där den går igenom blekesmätaren. Funktionen för att koppla rätt 3D-/postningsdata till rätt stock efter den passerat blekesmätaren baseras på längdmätningen från 3D ramen och blekesmätaren.

Då en stock gått igenom blekesmätaren och systemet vet dess längd börjar applikationen söka från den äldsta stocken i kön och framåt efter en stock med 3D ramen uppmätt längd som överensstämmer med denna längd. Om den finner en sådan kopplas data ihop mellan 3D/postningsdator och uppmätta blekesdata. Data om alla stockar äldre än den funna tas därefter bort från kön eftersom det inte är sannolikt att stockar byter plats på banan. Slutligen tas data om den aktuella stocken bort då dessa är förbrukade.

Om applikationen inte finner någon stock med rätt längd görs ingen koppling och applikationen väntar på nästa stock. Om, av någon orsak, inga stockar stämmer längdmässigt är kön maximerad till 5 stockar. Om därefter fler stockar kommer in tas den äldsta bort samtidigt som den nya läggs in. Det man i normalfallet kan förvänta sig är att det efterhand i stort sett alltid skall vara den äldsta stocken i kön som passar ihop med de senast i applikationen uppmätta stocken. Detta eftersom stockarna normalt passerar i samma ordning genom 3D ramen som blekesmätaren. Det som gör att längdkopplingen behövs är dels att antalet stockar mellan 3D ramen och blekesmätaren kan variera samt att stocklängder och stockluckor varierar och dels på problematik som uppstår då blekesmätaren startar och ännu inte hunnit läsa in några stockar från 3D ramen och postningsdatorn. I enstaka fall kan man också tänka sig att någon stock av någon anledning faller bort mellan 3D ramen och blekesmätaren så att kö ordningen inte blir korrekt.

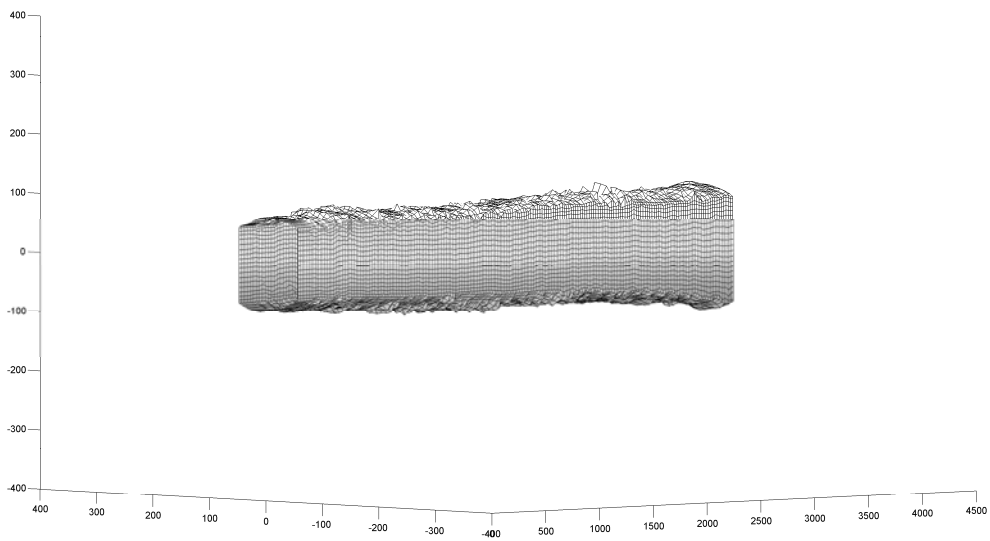
Delmål 2:

För att illustrera resultatet från algoritmen som utförde simuleringssågningarna har en exempelstock sågats med olika inläggningsfel. Figur fyra visar 3D formen på exempelstocken.



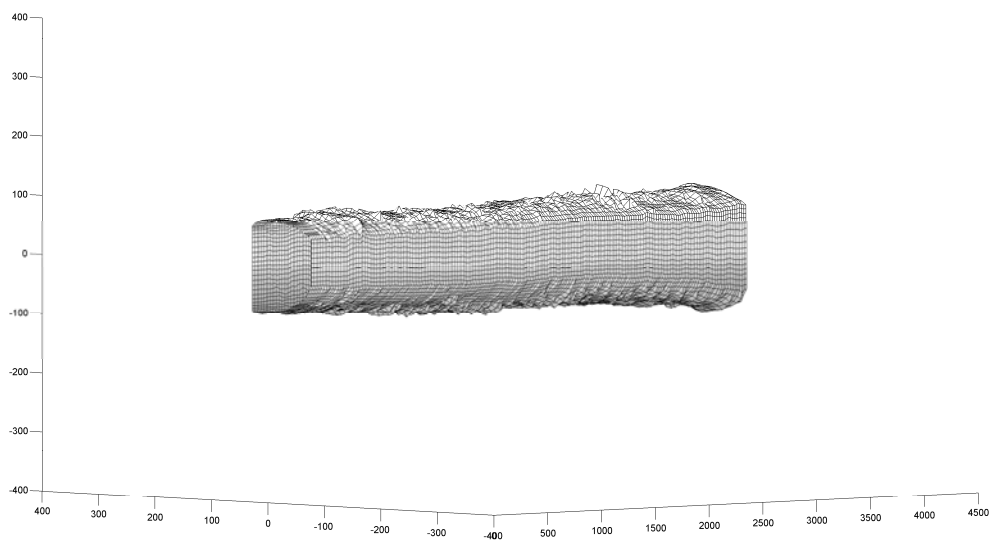
Figur 4 Exempelstockens 3D form

Figur fem visar stocken sågad helt centrerad utan inläggningsfel.



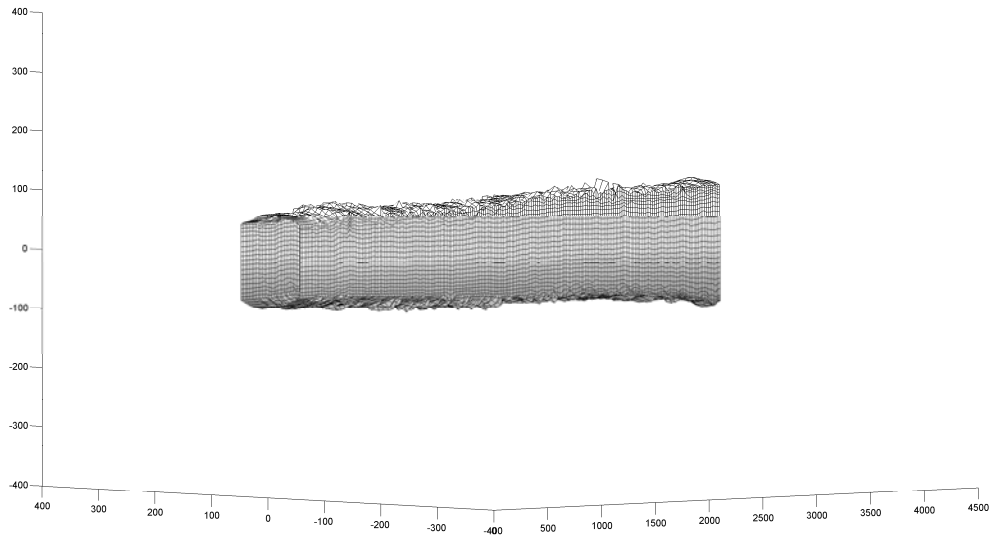
Figur 5 Stocken sågad utan inläggningsfel

Figur sex visar stocken sågad med ett rent parallellfel där den legat förskjuten åt höger sett i färdriktningen genom maskinen.



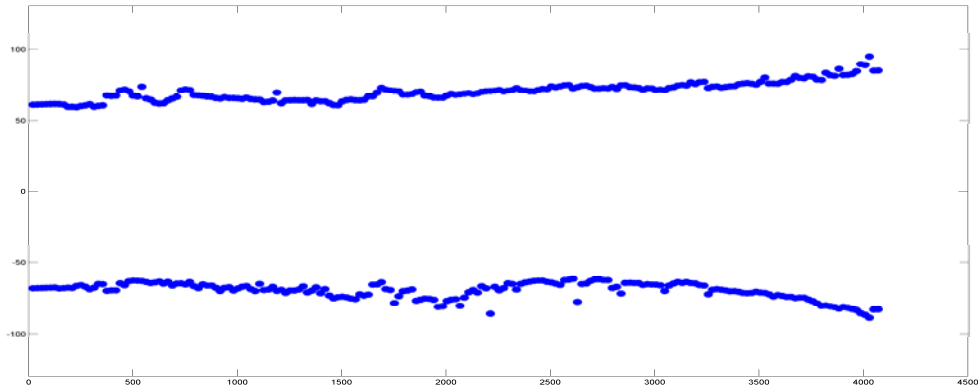
Figur 6 Stocken sågad med parallellförskjutning

Figur sju visar stocken sågad med ett rent skevningsfel där den legat centrerad i toppänden med sedan mer och mer förskjuten åt vänster ju längre mot rotänden man färdas.

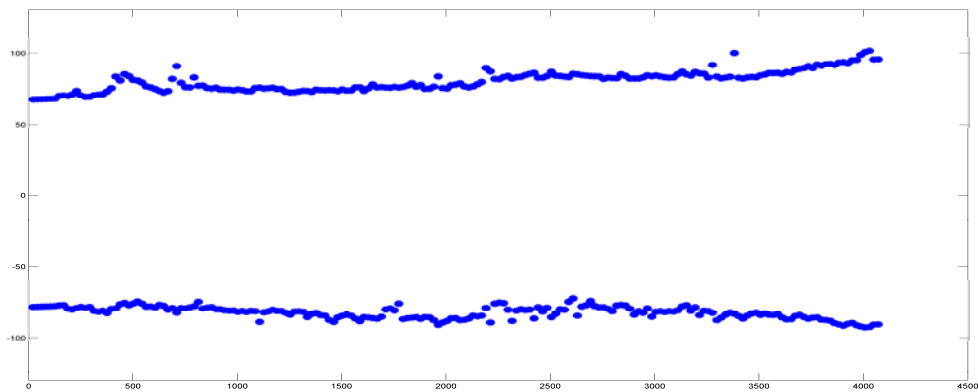


Figur 7 Stocken sågad med skevningsförskjutning

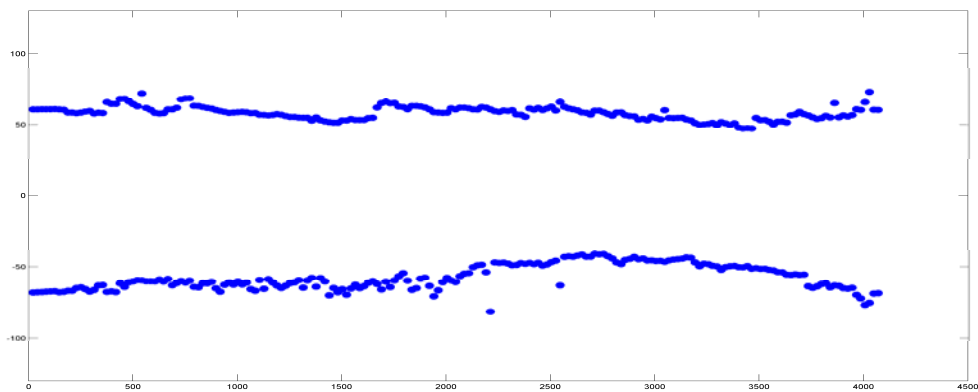
Figurerna åtta, nio och tio visar höger blekesyta vid de olika simuleringsexemplen.



Figur 8 Höger blekesyta utan inläggningsfel

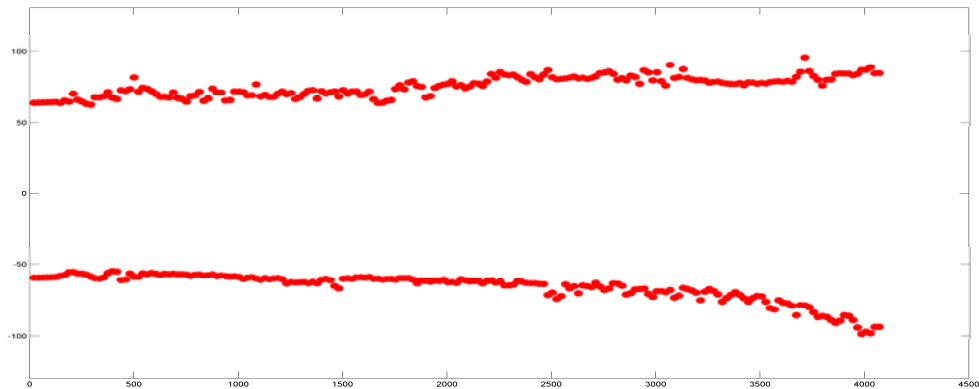


Figur 9 Höger blekesyta vid parallellfel

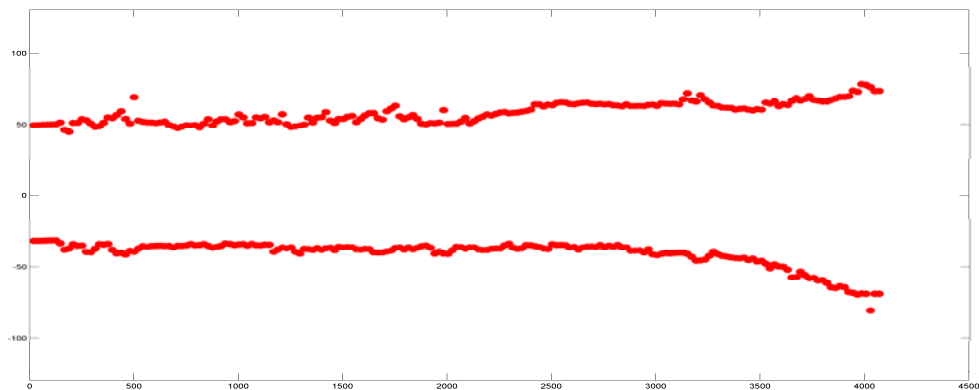


Figur 10 Höger blekesyta vid skevningsfel

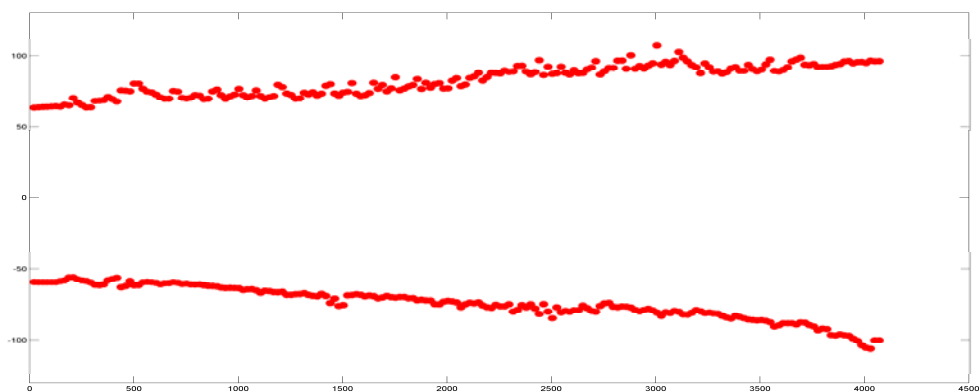
Figureerna elva, tolv och tretton visar vänster blekesyta vid de olika simuleringsexemplen.



Figur 11 Vänster blekesyta utan inläggningsfel

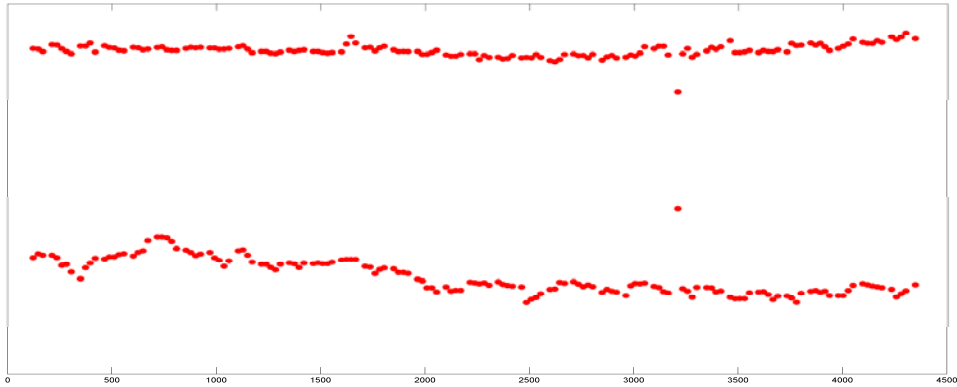


Figur 12 Vänster blekesyta vid parallellfel

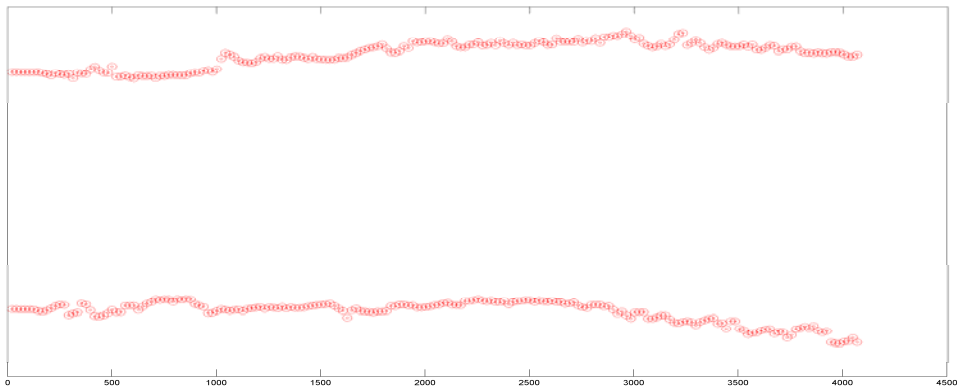


Figur 13 Vänster blekesyta vid skevningsfel

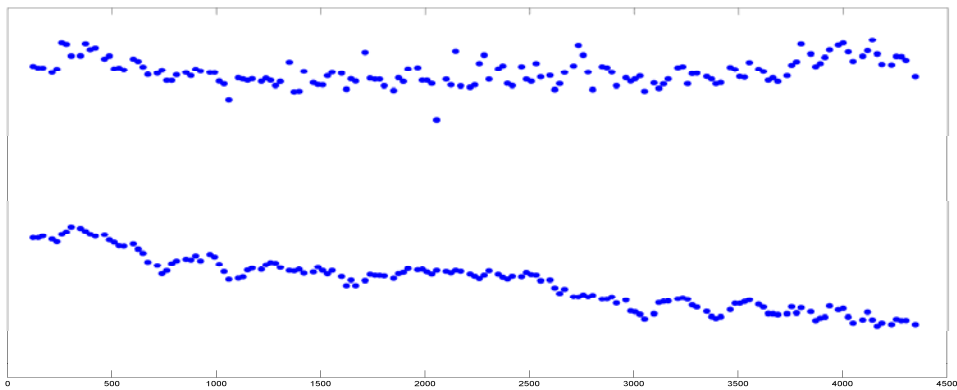
Figur 14, 15, 16 och 17 visar vänster och höger blekesytor från blekesmätaren och de simulerade blekesytor som gav störst korrelation för en annan exempelstock.



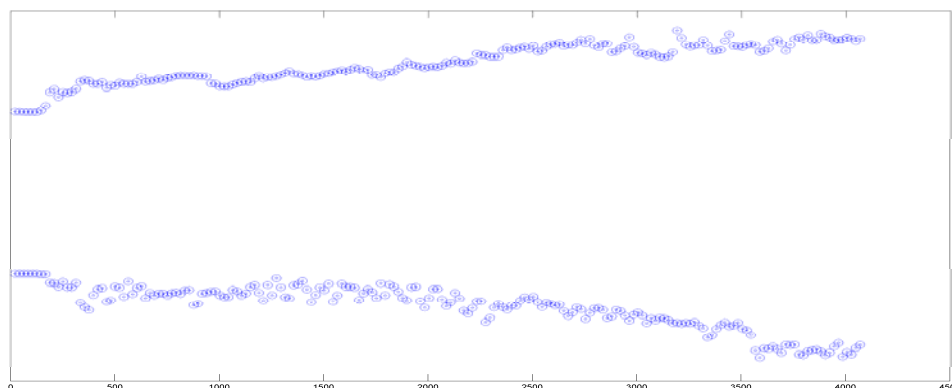
Figur 14 Vänster blekesyta från blekesmätare



Figur 15 Vänster blekesyta från simulering med högst korrelation



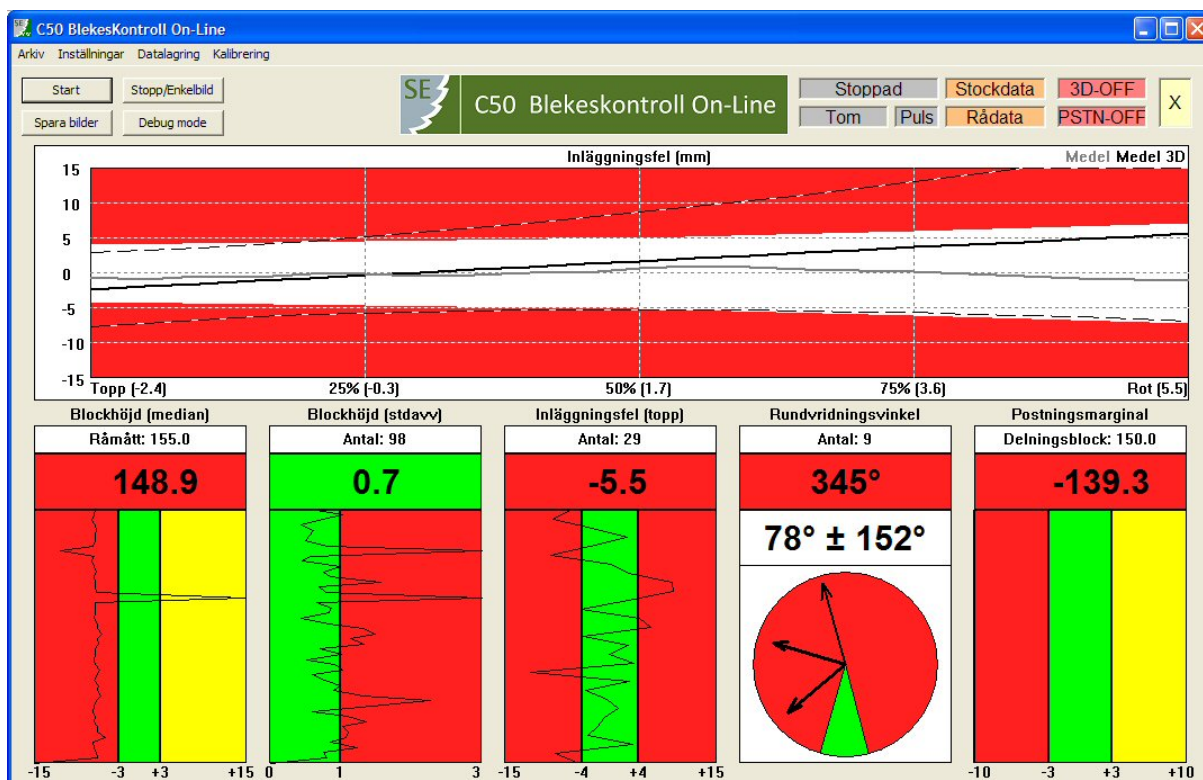
Figur 16 Höger blekesyta från blekesmätare



Figur 17 Höger blekesyta från simulering med högst korrelation

Delmål 3:

Resultatet från simuleringarna presenteras genom en traditionell inläggningskurva tillsammans med en inläggningskurva för den 3D inläggning som gett högst korrelation vid simulering. Bleke On-Line har utökats med nya funktioner som kan presentera bägge kurvorna ovan om koppling mot 3D ram finns, se figur 18.



Figur 18 Skärmdump från utökad Bleke On-Line med både uppmätt och simulerad felinläggning

I bilaga A finns ytterligare Excel-plottar som visualiserar de bägge inläggningskurvorna från blekesmätaren och den felinläggning som gett högst korrelation enligt algoritmen. Totalt finns 19 separata stockar plottade samt en medelvärdesberäkning för alla 19 stockar.

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Johan Oja, Jens Flodin & Per Berg	Utgåva: 2	Status: Slutlig
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn:	Datum 2010-05-21	Sida: 12 (19)

Diskussion/Slutsatser

Som resultaten visar verkar det fungera bra att iterativt simulera sig fram till vilket inläggningsfel olika stockar har haft när de passerat genom stocktagande maskin. Den nackdelen som metoden dras med är att den medför en stor mängd beräkningar. Diagrammen i bilaga A visar även att den traditionella felinläggningsberäkningen ger ett likvärdigt resultat jämfört med resultatet från 3D simuleringen. Bestämmandet av rundvridningsfelet verkar, utifrån ett fåtal stockar, däremot kunna skärps upp genom att använda de simulerade blekesytorna.

Som Bleke On-Line fungerar idag används den löpande bästa tredjedelen av de uppmätta stockarna vid felinläggningsberäkningen. Om stocken har en tillräckligt stor båghöjd beräknas även ett approximativt rundvridningsfel utifrån blekesytornas form. Vid en närmare analys av de 35 stockar som samlades in i Kåge i början av projektet visade det sig att rakare stockar verkade favoriseras och mer frekvent användes vid felinläggningsberäkningen än krokiga stockar vilket pekar mot att filtreringen för den löpande bästa tredjedelen bör ses över för att få ett statistiskt representativt material och på kortare tid kunna ange ett rundvridningsfel.

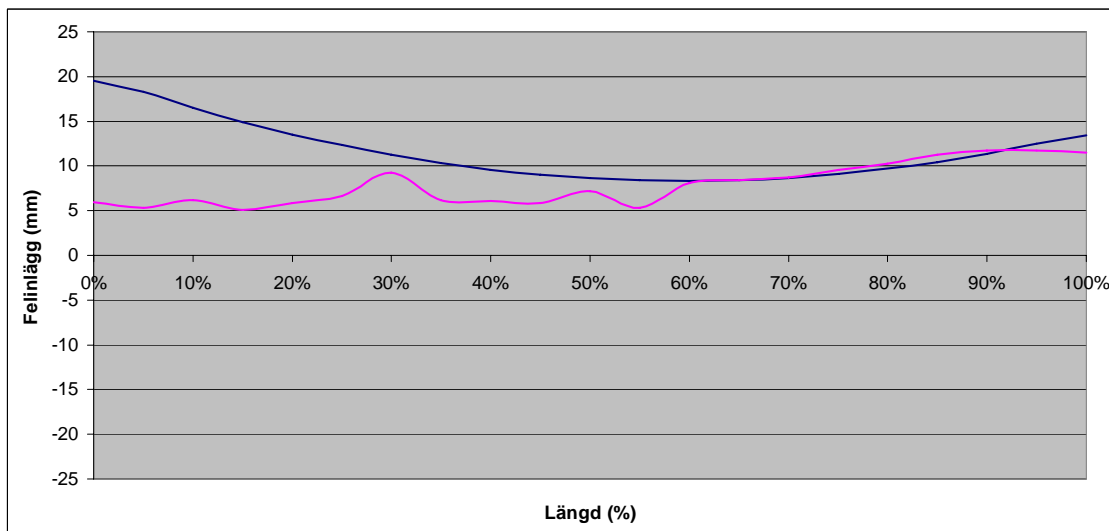
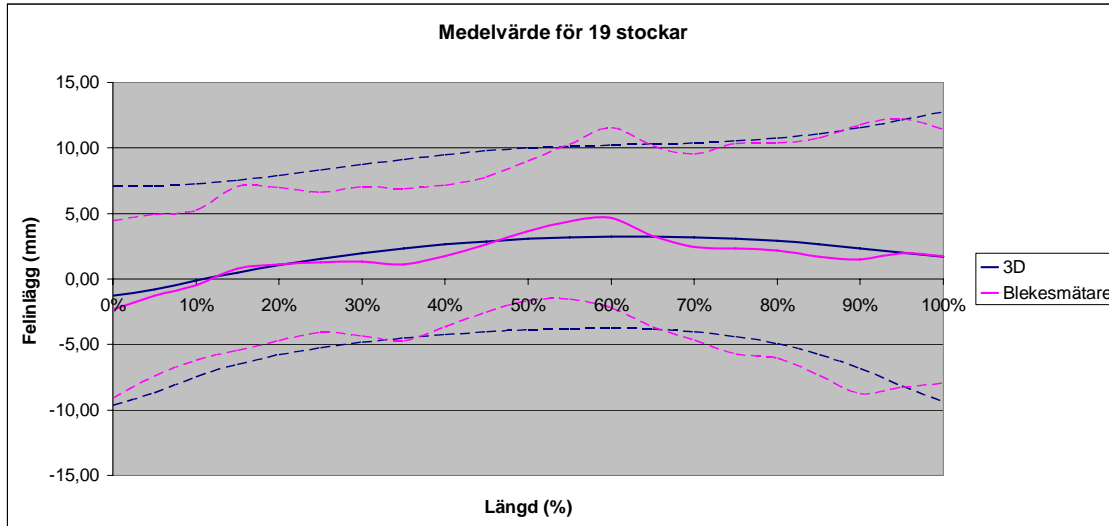
Genom att i 3D kommunikationen även få information om eventuell postningsförskjutning skulle den traditionella felinläggningsberäkningen kunna utökas för att hantera asymmetriska postningar. Detta skulle kunna göras genom att helt enkelt parallellförflytta den beräknade felinläggningskurvan med den angivna postningsförskjutningen. Man skulle kunna tänka sig att segmentera resultatet beroende av storleken på postningsförskjutning för att få grepp om hur asymmetrisk bearbetning påverkar stockens färd genom maskinen.

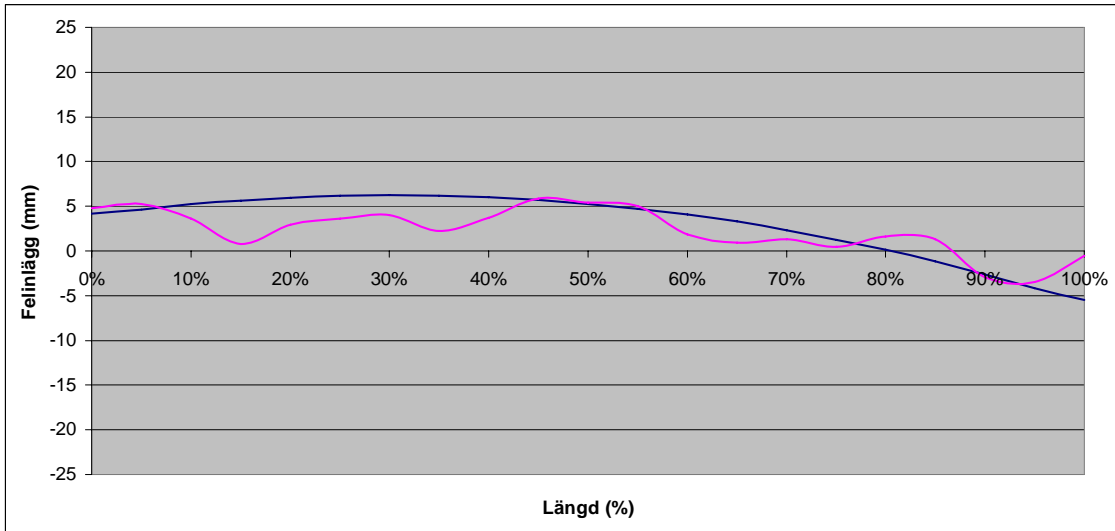
Som fortsättning på detta projekt bör man fokusera på följande punkter:

- Använda traditionell beräkning av inläggningsfel men ersätta den nuvarande beräkningen av rundvridningsfel genom att ta det inläggningsfel som beräknas och sedan simulera enbart rundvridningsfel kring denna inläggning. Detta skulle ge rimliga beräkningstider samtidigt som skärpan i det beräknade rundvridningsfelet borde öka och bli okänsligt för om stocken läggs ”krok upp” eller ”krok ner”
- Utöka kommunikationen mellan Bleke-3D genom att ta med postningsförskjutning och använda denna för att flytta och segmentera den traditionella beräkningen.
- Utveckla den befintliga filtreringen i Bleke On-Line för att snabbare kunna bestämma rundvridningsfel och få ett mer statistiskt representativt material till grund för resultatet

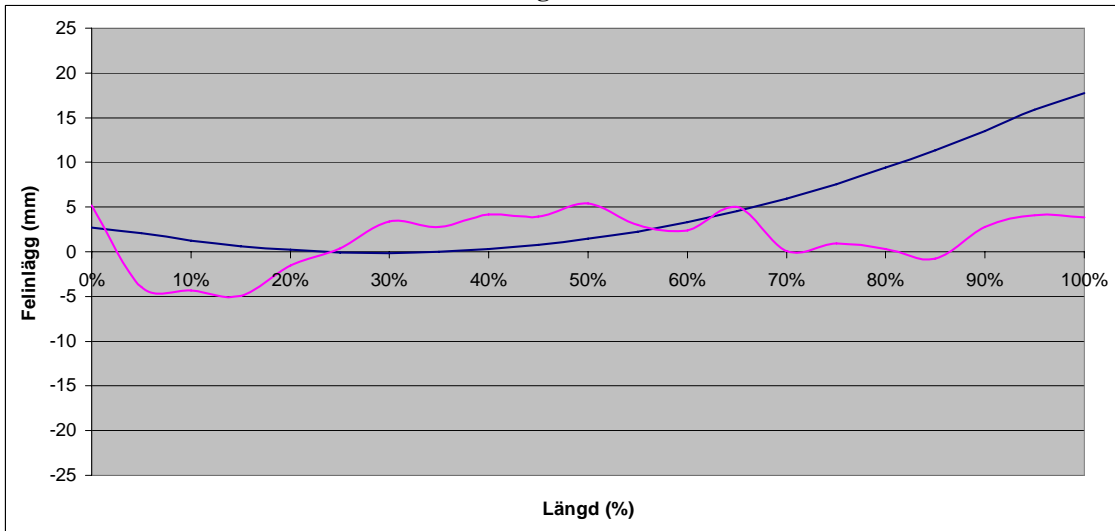
Bilaga A

Nedan följer figurer från 19 stockar samt en medelvärdesberäkning som visar mätresultat för den uppmätta felinläggningen och den simulerade som gett högst korrelation.

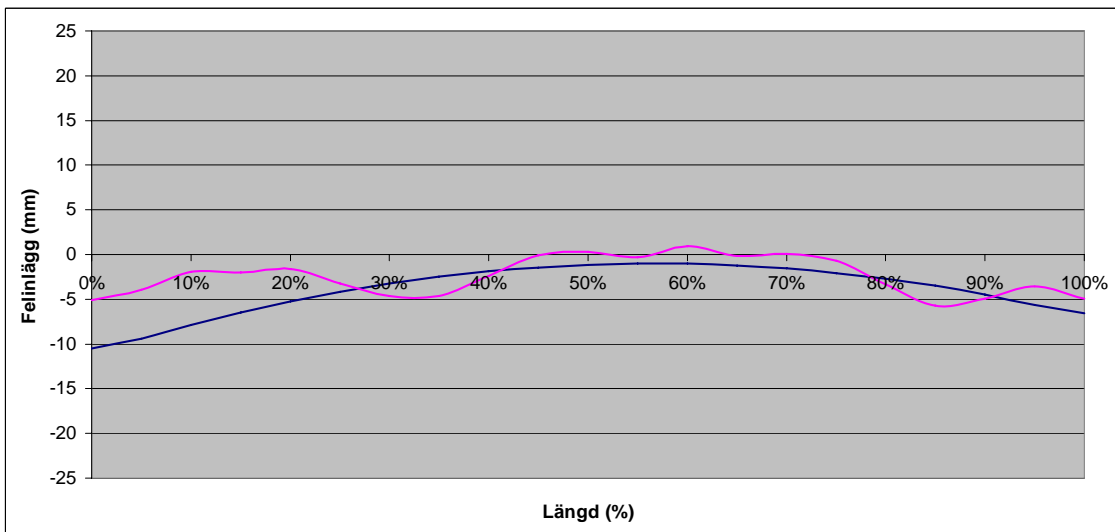




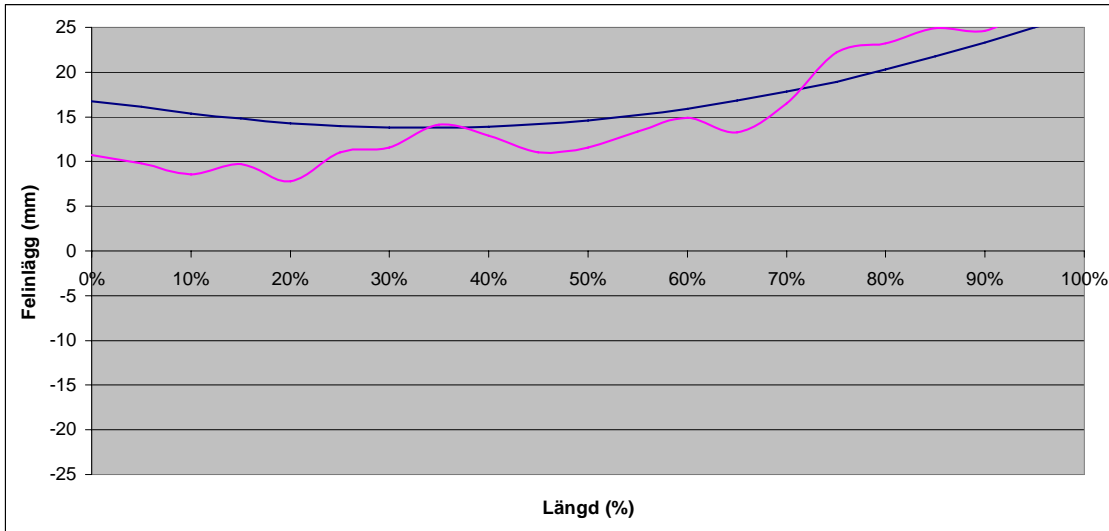
Figur 21 Stock 2



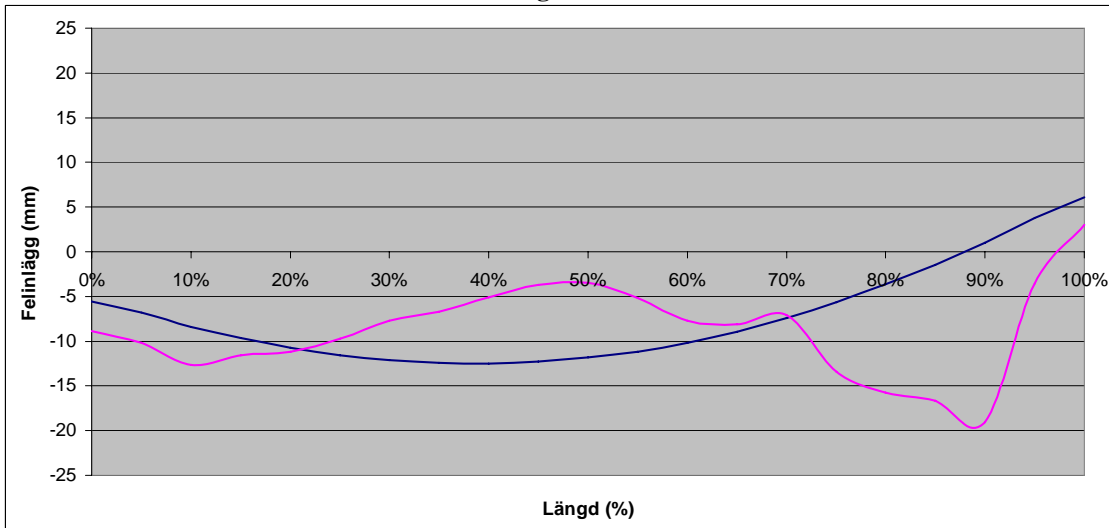
Figur 22 Stock 3



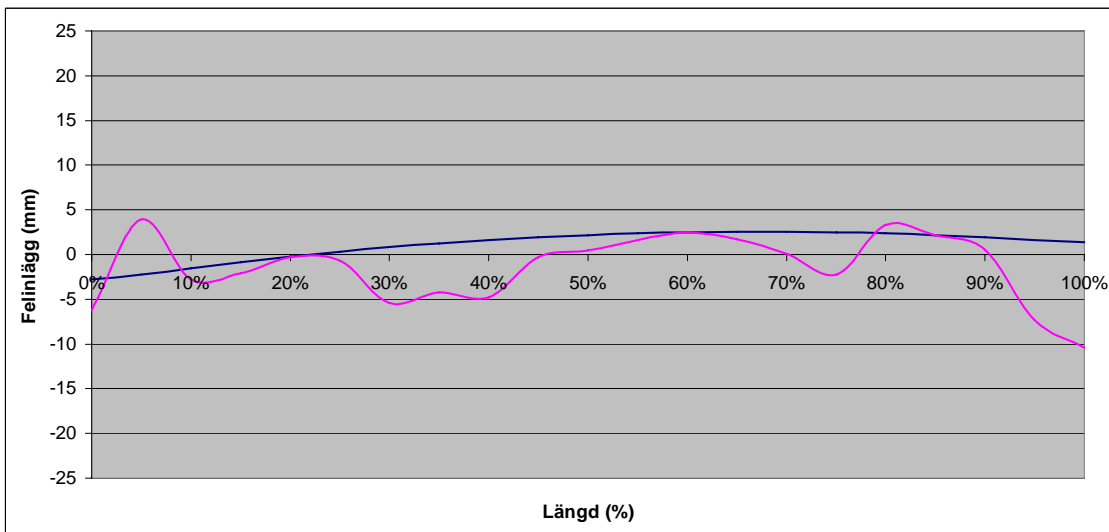
Figur 23 Stock 4



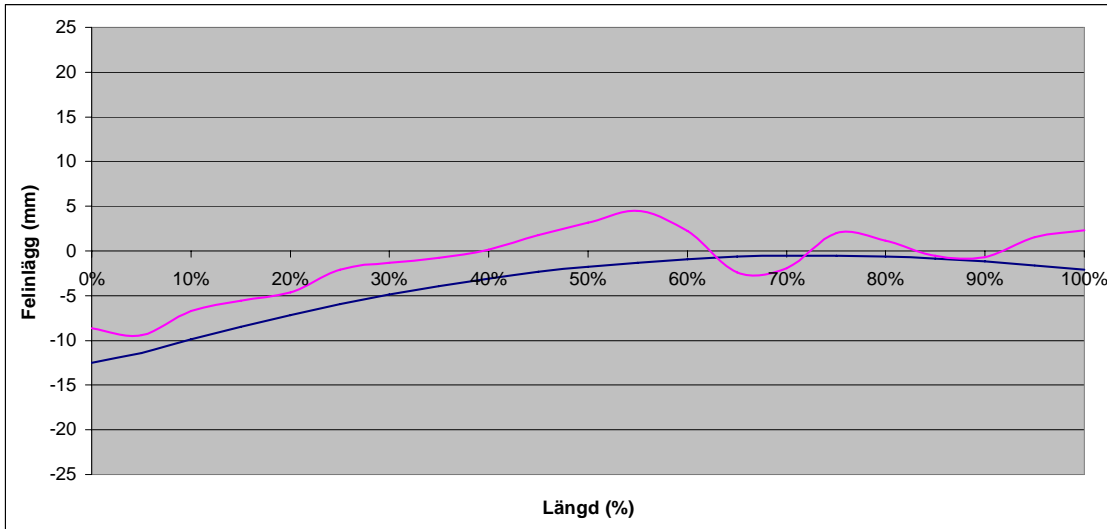
Figur 24 Stock 5



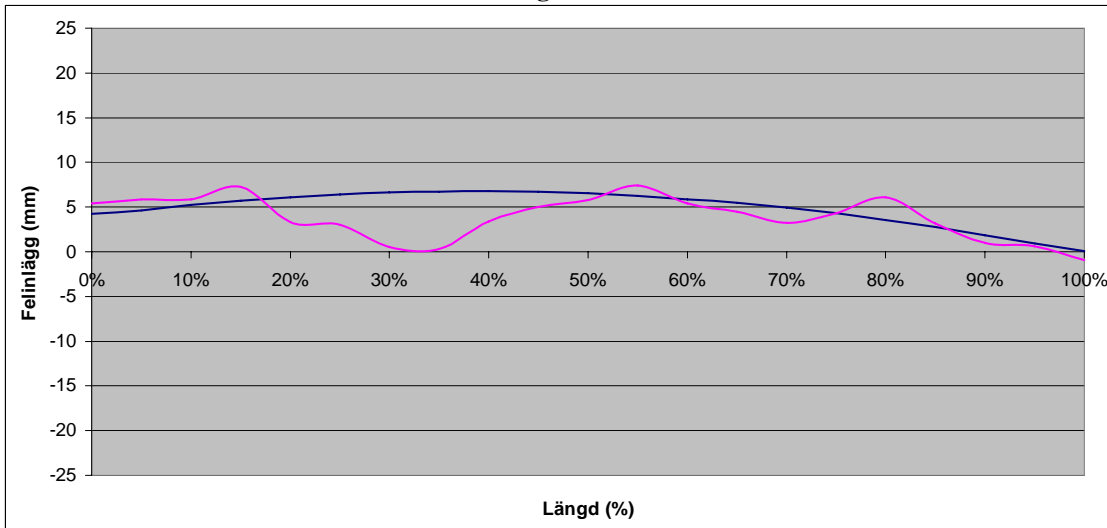
Figur 25 Stock 6



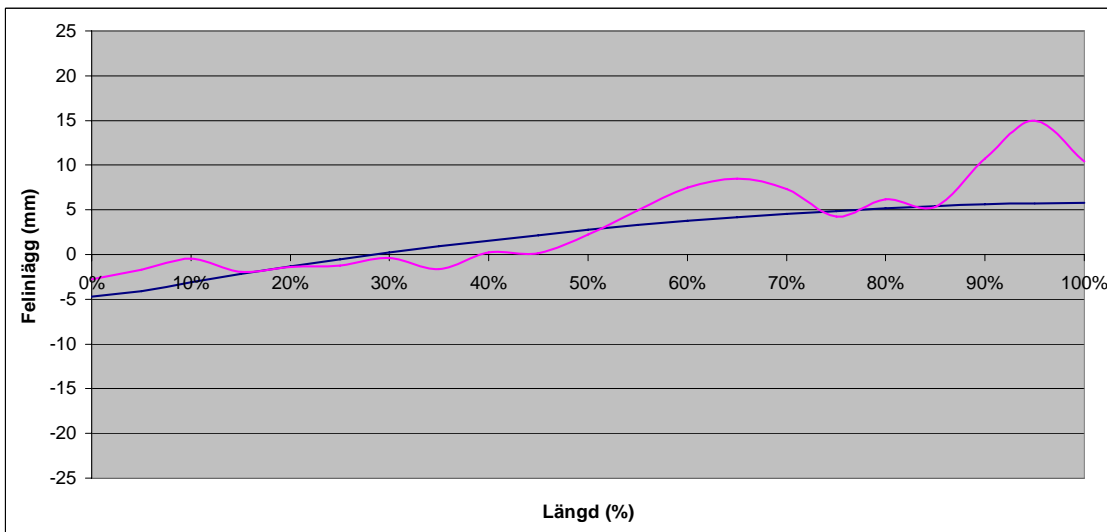
Figur 26 Stock 7



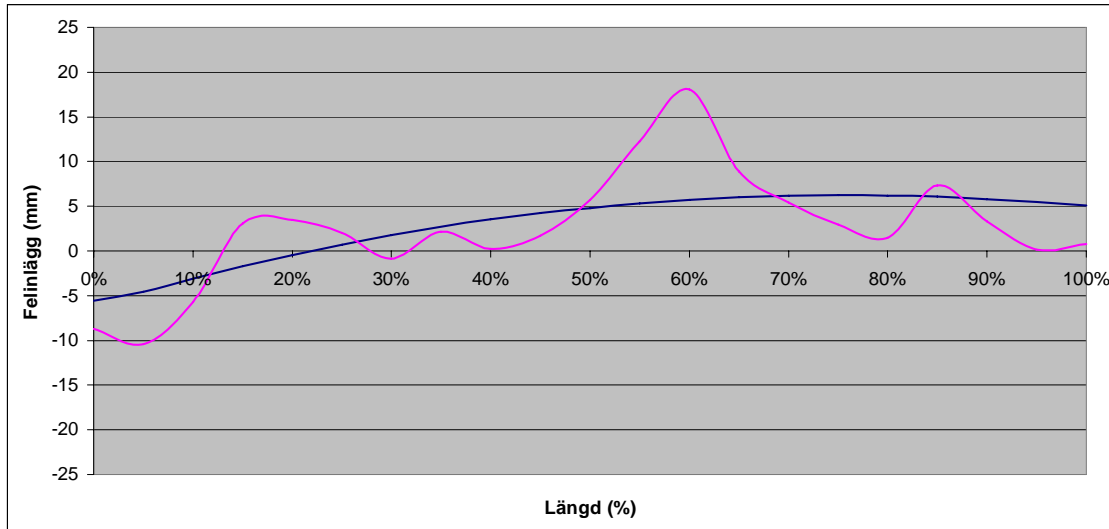
Figur 27 Stock 8



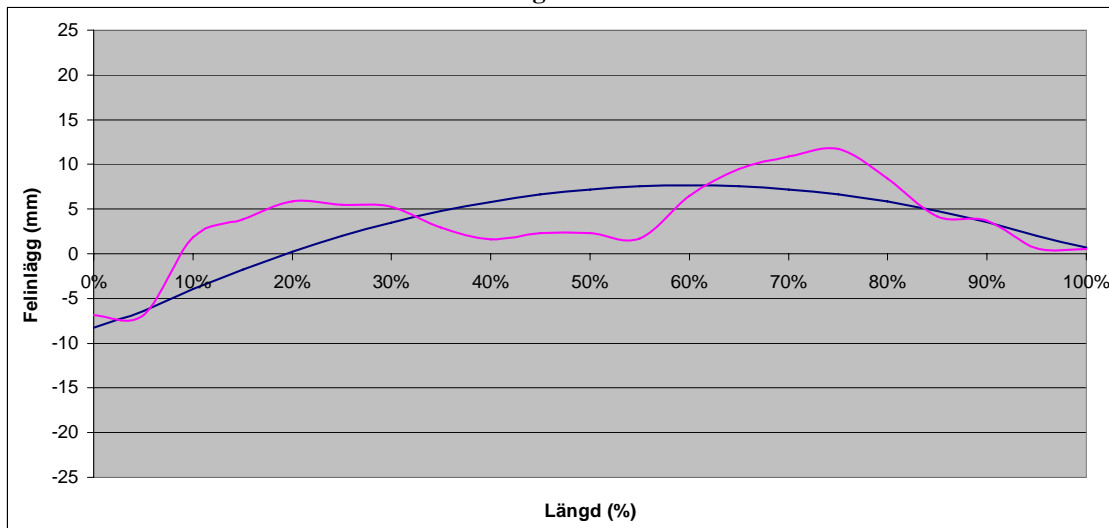
Figur 28 Stock 9



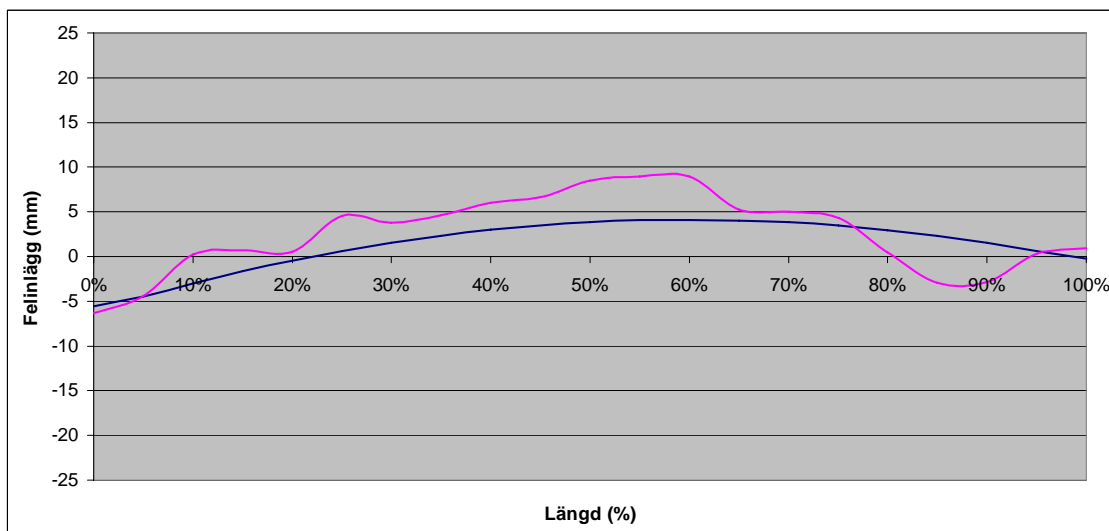
Figur 29 Stock 10



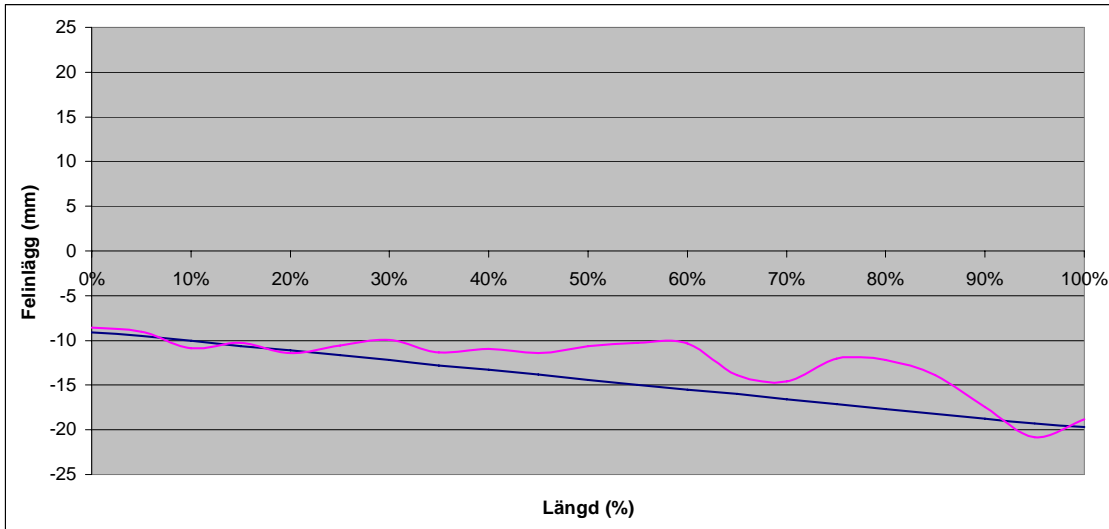
Figur 30 Stock 11



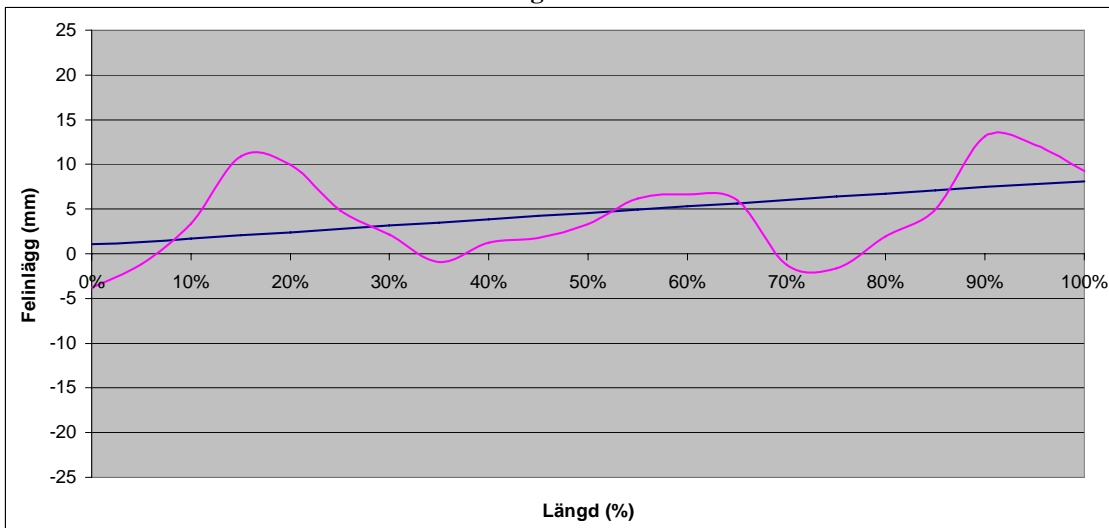
Figur 31 Stock 12



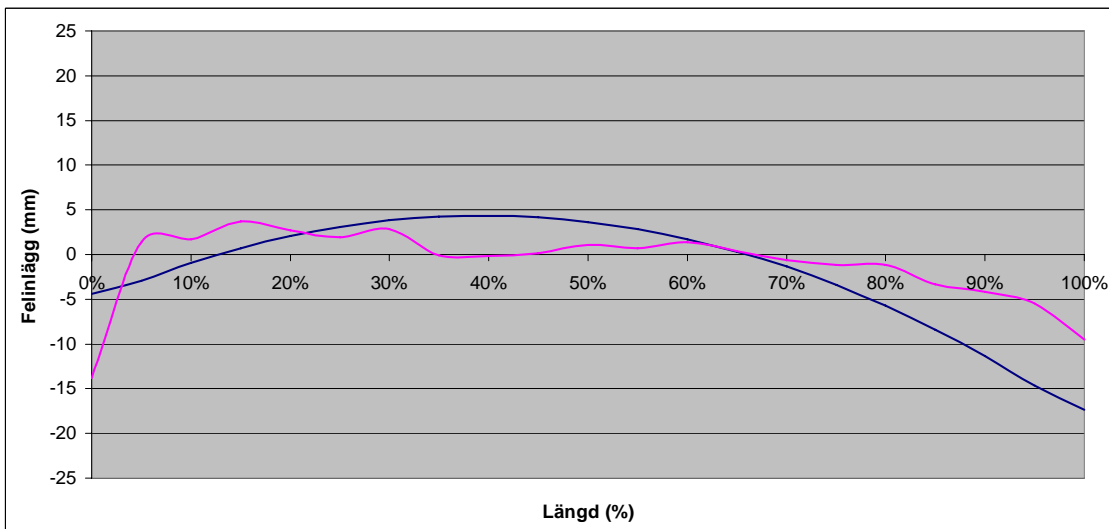
Figur 32 Stock 13



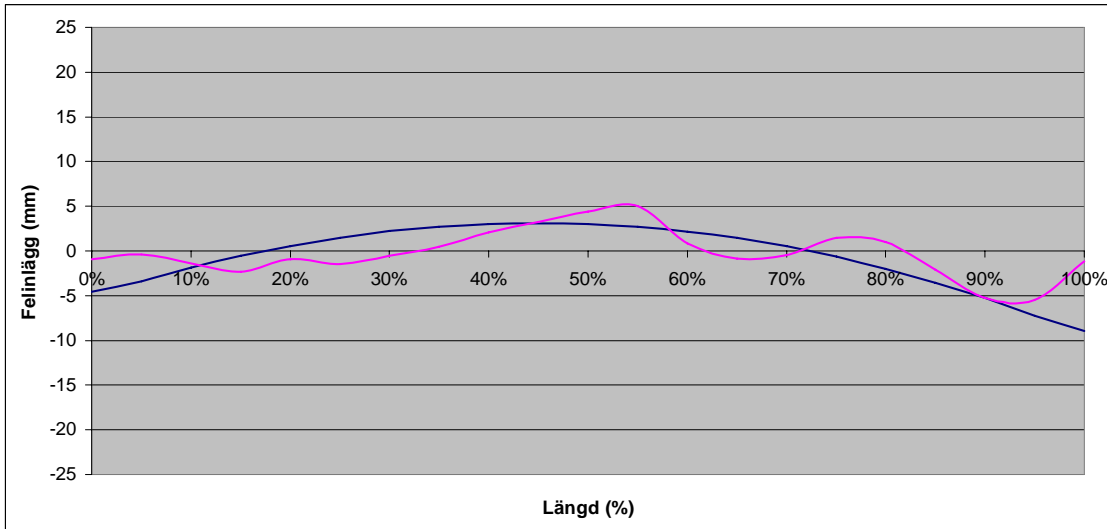
Figur 33 Stock 14



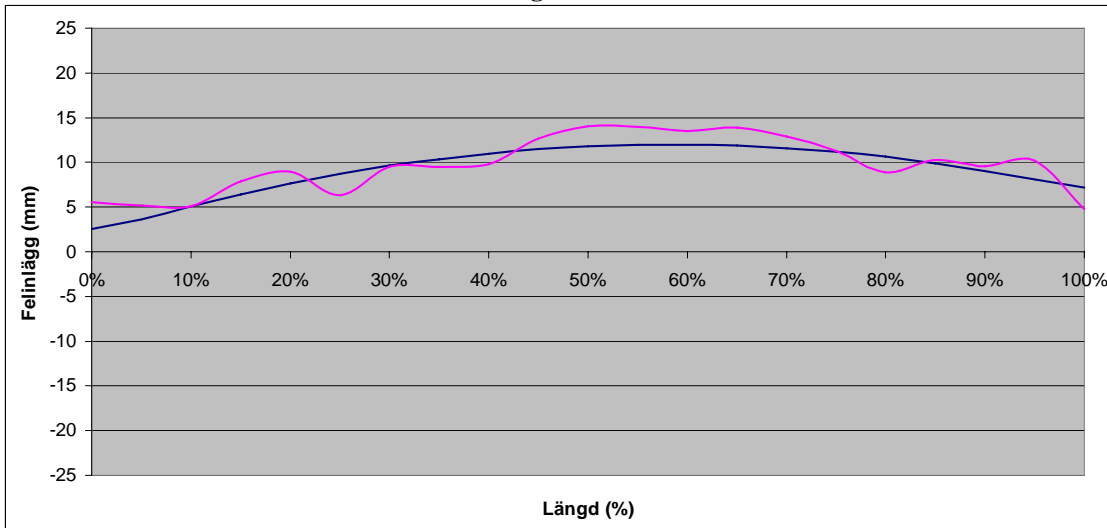
Figur 34 Stock 15



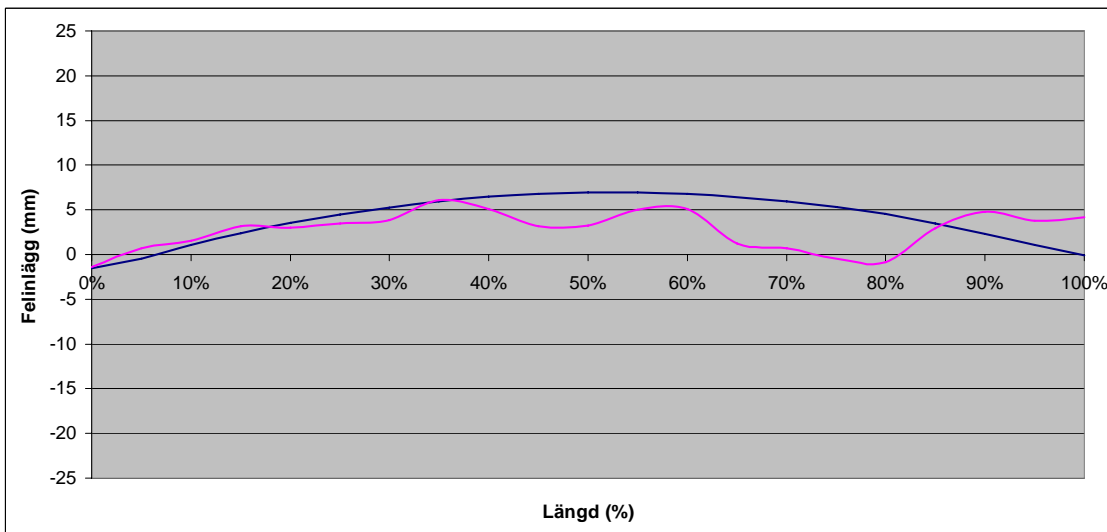
Figur 35 Stock 16



Figur 36 Stock 17



Figur 37 Stock 18



Figur 38 Stock 19

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Sehlstedt-Persson, Wamming, Karlsson	Utgåva: 1
Dokumenttyp: Slutrapport	Filnamn: Slutrapport.doc	Datum 2010-02-26
		Sida: 2 (36)

Om TräCentrum Norr

TräCentrum Norr finansieras av de deltagande parterna tillsammans med medel från Europeiska Utvecklingsfonden (Mål 2) och Länsstyrelserna i Västerbottens och Norrbottens län.

Deltagande parter i TräCentrum Norr är: Holmen Skog, Lindbäcks Bygg AB, Luleå tekniska universitet, Martinsons Group AB, Norra Skogsägarna, Finndomo AB, SCA Forest Products AB, Setra Group AB, Skellefteå kommun, Sveaskog AB, SÅGAB, Sågverken Mellansverige och SP Trätek.

Mer information om TräCentrum Norr finns på:
www.ltu.se/ske/tcn

En investering för framtiden



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden